

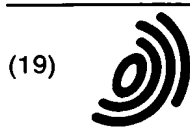
© EPODOC / EPO

- PN - EP0816126 A 19980107
- PD - 1998-01-07
- PR - FR19960008289 19960703
- OPD - 1996-07-03
- TI - Method for sound-damping of a railway wheel and sound damped railway wheel
- AB - The soundproofing method involves calculating a vibration mode, either in the radial direction or in the axial direction of the rail track wheel (6). The wheel resonance frequency for the defined mode of vibration is determined. A resonant beater (10a,10b) is fixed to the wheel.  
This dynamic beater is constituted by an active mass (11a,11b) having a significant value relative to the mass of the part of the wheel to which it is associated. It is connected to the wheel by a rubber ring (12a,12b) which is engaged in a cavity (14) machined in the rim (8) internal surface. The beater is made and adjusted so that its vibration frequency is equal to the wheel resonant frequency for the defined mode of vibration.
- IN - BROUCKE JACQUES (FR);COBLENTZ ARNAUD (FR);DEMILLY FRANCOIS (FR)
- PA - VALDUNES (FR)
- EC - B60B17/00B ; B60B17/00B3B
- IC - B60B17/00
- CT - FR2389499 A [X]; DE854367 C [A]; GB2021501 A [A]; EP0047385 A [A]; EP0689944 A [A]
- © WPI / DERWENT
- TI - Method for soundproofing rail track wheel - involves calculating axial or radial vibration mode and determining wheel resonant frequency, fixing dynamic mass to wheel by means of rubber ring engaged in rim internal cavity
- PR - FR19960008289 19960703
- PN - ES2163722T T3 20020201 DW200225 B60B17/00 000pp  
- EP0816126 A1 19980107 DW199806 B60B17/00 Frn 017pp  
- FR2750650 A1 19980109 DW199809 B60B17/00 000pp  
- CZ9701819 A3 19980218 DW199813 B60B3/02 000pp  
- JP10081104 A 19980331 DW199823 B60B17/00 011pp  
- EP0816126 B1 20011010 DW200167 B60B17/00 Frn 000pp  
- DE69707206E E 20011115 DW200176 B60B17/00 000pp
- PA - (VALD-N) VALDUNES

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- (VALD-N) VALDUNES SNC
- IC - B60B3/02 ;B60B17/00 ;G05D19/02 ;G10K11/172
- IN - BROUCKE J; COBLENTZ A; DEMILLY F
- AB - EP-816126 The soundproofing method involves calculating a vibration mode, either in the radial direction or in the axial direction of the rail track wheel (6). The wheel resonance frequency for the defined mode of vibration is determined. A resonant beater (10a,10b) is fixed to the wheel.
  - This dynamic beater is constituted by an active mass (11a,11b) having a significant value relative to the mass of the part of the wheel to which it is associated. It is connected to the wheel by a rubber ring (12a,12b) which is engaged in a cavity (14) machined in the rim (8) internal surface. The beater is made and adjusted so that its vibration frequency is equal to the wheel resonant frequency for the defined mode of vibration.
  - ADVANTAGE - The soundproofing attenuates the wheel rolling noise over a lower frequency band than existing systems.(Dwg2/8)
- EPAB - EP816126 The soundproofing method involves calculating a vibration mode, either in the radial direction or in the axial direction of the rail track wheel (6). The wheel resonance frequency for the defined mode of vibration is determined. A resonant beater (10a,10b) is fixed to the wheel.
  - This dynamic beater is constituted by an active mass (11a,11b) having a significant value relative to the mass of the part of the wheel to which it is associated. It is connected to the wheel by a rubber ring (12a,12b) which is engaged in a cavity (14) machined in the rim (8) internal surface. The beater is made and adjusted so that its vibration frequency is equal to the wheel resonant frequency for the defined mode of vibration.
  - ADVANTAGE - The soundproofing attenuates the wheel rolling noise over a lower frequency band than existing systems.
- OPD - 1996-07-03
- DS - AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC NL PT RO SE SI
- AN - 1998-054697 [06]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 816 126 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**07.01.1998 Bulletin 1998/02**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **B60B 17/00**

(21) Numéro de dépôt: **97401541.4**

(22) Date de dépôt: **01.07.1997**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV RO SI**

(30) Priorité: **03.07.1996 FR 9608289**

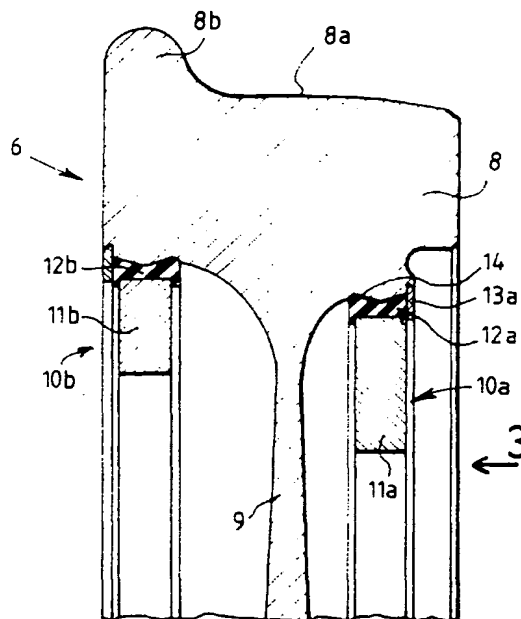
(71) Demandeur: **VALDUNES  
92800 Puteaux (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Broucke, Jacques  
59210 Coudekerque-Branche (FR)**  
• **Coblentz, Arnaud  
59492 Hoymille (FR)**  
• **Demilly, François  
59240 Dunkerque (FR)**

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al  
Cabinet Lavoix  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(54) **Procédé d'insonorisation d'une roue de chemin de fer et roue de chemin de fer insonorisée**

(57) On définit par le calcul ou par des essais au moins un mode de vibration propre de la roue (6), soit dans une direction radiale, soit dans la direction axiale de la roue et on détermine la fréquence de résonance de la roue pour ce mode de vibration défini. On fixe sur la roue, au moins un batteur dynamique (10a, 10b) constitué d'une masse active (11a, 11b) dont la masse a une valeur significative par rapport à la masse d'une partie au moins de la roue à laquelle est associé le batteur dynamique, reliée à la roue (6), par l'intermédiaire d'un élément élastique (12a, 12b). Le batteur dynamique est réalisé et ajusté de manière que sa fréquence propre de vibration soit égale à une fréquence de résonance de la roue (6) pour le mode de vibration défini.



**FIG. 2**

## Description

L'invention concerne un procédé d'insonorisation d'une roue de chemin de fer et une roue de chemin de fer insonorisée.

Sous l'effet des efforts engendrés par le roulement sur un rail, les roues de chemin de fer entrent en vibration et émettent des bruits qui peuvent être intenses et qui créent des nuisances pour les riverains des lignes de chemin de fer.

Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé d'utiliser des dispositifs amortisseurs fixés sur les roues et assurant l'absorption des vibrations génératrices de bruits. On a par exemple proposé d'insérer, dans les jantes des roues, des pièces généralement de forme annulaire, appelées joncs, en un matériau absorbant les vibrations des roues. On a également proposé de monter sur les roues des amortisseurs constitués par un empilement de pièces en tôle fine séparées par des couches de matériau viscoélastique. Ces dispositifs ne sont efficaces pour atténuer les bruits engendrés par les roues que dans une gamme de fréquences étroites et situées généralement vers les hautes fréquences, ces fréquences correspondant aux bruits de crissement des roues.

Il existe donc un besoin non satisfait, en ce qui concerne l'atténuation des bruits émis, lors du roulement d'une roue de chemin de fer sur un rail, dans une large bande de fréquences correspondant non seulement aux crissements mais également aux autres bruits de roulement de la roue de chemin de fer. Ces besoins sont ressentis, aussi bien en ce qui concerne les roues des trains à grande vitesse que les roues de wagons de transport de fret qui sont amenés assez souvent à circuler la nuit dans des zones habitées.

Le but de l'invention est donc de proposer un procédé d'insonorisation d'une roue de chemin de fer du type comprenant une jante de roulement sur un rail, une toile et un moyeu, permettant d'atténuer les bruits de roulement de la roue dans une large bande de fréquences et en particulier dans une bande de fréquences sensiblement plus basses que la bande de fréquences des vibrations dont les dispositifs d'insonorisation connus de l'art antérieur assurent l'atténuation.

Dans ce but :

- on définit par le calcul ou par des essais, au moins un mode de vibration propre de la roue, soit dans une direction radiale, soit dans la direction axiale de la roue et on détermine la fréquence de résonance de la roue pour ce mode de vibrations défini,
- dans le cas d'un mode de vibration axial, on détermine de plus le diamètre d'au moins un cercle centré sur l'axe de la roue sur lequel sont répartis des ventres de vibrations, et
- on fixe sur la roue au moins un élément vibrant, appelé batteur dynamique, constitué d'une masse active d'une valeur significative par rapport à la masse

d'une partie au moins de la roue à laquelle est associé le batteur dynamique, reliée à la roue par l'intermédiaire d'un élément élastique, le batteur dynamique étant réalisé et ajusté de manière que sa fréquence propre de vibration soit égale à la fréquence de résonance de la roue pour le mode de vibration défini et fixé sur la roue pour vibrer dans un mode identique au mode de vibration défini de la roue.

L'invention est également relative à une roue de chemin de fer insonorisée caractérisée en ce qu'elle est munie d'au moins un élément vibrant ou batteur dynamique comportant une masse active reliée à la roue par l'intermédiaire d'un élément élastique ou viscoélastique, fixé sur la roue et accordé sur une fréquence de vibration de la roue.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, une roue de chemin de fer, l'application du procédé suivant l'invention à l'insonorisation de cette roue ainsi que les éléments vibrants utilisés pour l'insonorisation de la roue et leur montage sur une partie d'une roue de chemin de fer.

La figure 1 est une vue en coupe axiale d'une roue de chemin de fer d'un type connu.

La figure 2 est une vue en coupe axiale partielle d'une roue de chemin de fer sur laquelle sont fixés des batteurs dynamiques pour l'atténuation des vibrations dans un mode radial.

La figure 3 est une vue en élévation d'une roue de chemin de fer suivant 3 de la figure 2.

La figure 4 est une vue en coupe axiale partielle d'une roue de chemin de fer comportant des moyens d'atténuation de vibration dans un mode radial, suivant une variante du mode de réalisation représenté sur les figures 2 et 3.

La figure 5 est une vue en élévation d'une roue de chemin de fer comportant des batteurs dynamiques pour l'atténuation de vibration dans un mode axial.

La figure 6 est une vue en élévation d'une roue de chemin de fer selon une variante de la figure 5.

La figure 7 est une vue partielle en coupe axiale, suivant 7-7 de la figure 5 ou de la figure 6, de la roue de chemin de fer comportant des moyens d'atténuation de vibration dans un mode axial.

La figure 8 est une vue partielle en coupe axiale d'une variante de réalisation de la roue de chemin de fer insonorisée par atténuation de vibrations axiales.

Sur la figure 1, on a représenté une section méridienne d'une roue de chemin de fer de type classique ayant un axe de roulement et de symétrie 1 et comportant un moyeu 2 dont l'alésage intérieur a pour axe l'axe 1 de la roue, une jante 3 de forme annulaire et une toile 4 en forme de disque reliant le moyeu 2 et la jante 3. La jante 3 comporte une surface de roulement 3a destinée à venir en contact avec le rail et un boudin 3b annulaire destiné à venir dans une position latérale interne par rapport au rail.

La roue de chemin de fer désignée de manière générale par le repère 5 présente une forme et des dimensions qui sont définies, lors de la conception de la roue, d'une manière à optimiser le comportement mécanique et dynamique de la roue en service.

Une roue de chemin de fer de caractéristiques géométriques et dimensionnelles définies présente des caractéristiques de vibration propres qui peuvent être analysées et déterminées, soit par le calcul, soit encore par des essais et des mesures effectuées sur la roue de chemin de fer.

De telles méthodes de calculs, d'essais et de mesures sont bien connus de l'homme du métier. Ces calculs ou essais permettent en particulier de réaliser une analyse en fréquence des modes de vibration propres de la roue dans les directions axiales, c'est-à-dire parallèles à l'axe 1 de la roue et dans des directions radiales perpendiculaires à la direction axiale.

L'analyse en fréquence des vibrations permet en particulier de déterminer les fréquences de résonance de la roue pour chacun des modes de vibration axial et radial.

Le procédé d'insonorisation suivant l'invention utilise, de manière nouvelle, l'analyse des vibrations propres de la roue de chemin de fer pour réaliser une insonorisation de la roue. Cette analyse permet de définir en particulier, au moins un mode de vibration propre de la roue, soit dans la direction axiale, soit dans la direction radiale et de déterminer au moins une fréquence de résonance de la roue pour le mode de vibration défini.

Dans le cas où le mode de vibration est un mode de vibration axial, on détermine de plus le diamètre d'au moins un cercle centré sur l'axe de la roue sur lequel sont répartis des maxima ou ventres des vibrations, le diamètre de ce cercle étant appelé diamètre nodal.

On détermine plus généralement plusieurs diamètres nodaux correspondant à plusieurs fréquences de résonance de la roue dans le mode axial.

L'insonorisation de la roue par le procédé suivant l'invention est réalisée en fixant un ou plusieurs éléments vibrants, appelés batteurs dynamiques, sur une partie de la roue de chemin de fer, en fonction du ou des modes de vibrations dont on réalise l'atténuation. Les parties de la roue de chemin de fer sur laquelle sont fixés le ou les batteurs dynamiques peuvent être définies par des impératifs techniques. C'est ainsi que dans le cas des roues pour trains à grande ou très grande vitesse, il est difficilement concevable de fixer des batteurs dynamiques sur la toile de la roue, dans la mesure où cette pose de batteurs dynamiques supposerait un perçage de la toile. Dans le cas des voitures de trains à grande ou à très grande vitesse, l'optimisation de la roue en ce qui concerne sa masse et son équilibrage interdit d'envisager un perçage de la toile. Dans ce cas, de préférence, les batteurs dynamiques sont fixés sur la jante de la roue.

En revanche, dans le cas de roues de wagons de

transport de fret dont le freinage est réalisé par le contact de sabots avec les jantes des roues, il peut être préférable d'éviter de fixer des batteurs dynamiques sur la jante qui peut s'échauffer lors du freinage et détruire le matériau élastique ou viscoélastique des batteurs dynamiques fixés sur la roue.

Les caractéristiques du batteur dynamique nécessaire pour atténuer les vibrations de la roue sont déterminées à partir de l'analyse en fréquence des vibrations et la fréquence de vibration propre du batteur dynamique est réglée à une valeur sensiblement égale à la fréquence des vibrations dont on veut réaliser l'atténuation.

On va maintenant décrire, en se référant aux figures 2 à 8, plusieurs modes de réalisation de roues de chemin de fer insonorisées par le procédé suivant l'invention.

Dans le cas des modes de réalisation représentés sur les figures 2, 3 et 4, on réalise l'atténuation de vibrations dans un mode radial alors que dans les modes de réalisation représentés sur les figures 5, 6, 7 et 8, on réalise l'atténuation de vibrations dans un mode axial.

Sur les figures 2 et 3, on a représenté une roue de chemin de fer désignée de manière générale par le repère 6 qui comporte un moyeu 7, une jante 8 et une toile 9 reliant le moyeu à la jante.

La jante 8 comporte de manière habituelle une surface de roulement 8a et un boudin 8b sur son côté interne.

La roue 6 peut être par exemple une roue d'une voiture d'un train à très grande vitesse pour laquelle on a effectué par le calcul ou par des essais une analyse des modes de vibrations propres de la roue afin de réaliser une atténuation d'un mode de vibration qui est le mode de vibration radial.

Selon l'invention, l'atténuation des vibrations en mode radial est réalisée en fixant sur la surface interne de la jante 8 dirigée vers l'axe de la roue, du côté externe et du côté interne respectivement de la roue, deux batteurs dynamiques 10a et 10b.

Les batteurs dynamiques 10a et 10b disposés de part et d'autre de la toile 9 de la roue sont réalisés de la même manière et comportent les mêmes éléments constitutifs. Toutefois, la masse active et la raideur de l'élément élastique des deux batteurs peuvent être différentes, de façon à pouvoir amortir deux fréquences caractéristiques de la roue.

On ne décrira que le batteur dynamique externe 10a situé du côté externe de la roue.

Le batteur dynamique 10a comporte une masse active 11a constituée par une pièce en acier de forme générale annulaire et un élément élastique 12a par l'intermédiaire duquel la masse active 11a est fixée sur la roue, contre la surface interne de la jante 8.

Comme il est visible sur la figure 3, la pièce annulaire 11a en acier constituant la masse active du batteur dynamique 10a comporte une surface interne dont la section par un plan perpendiculaire à l'axe de la roue

présente la forme d'un pentagone à angles arrondis. De cette manière, la masse active est répartie suivant cinq zones périphériques de la jante, de manière régulière autour de l'axe de la roue. Ainsi, on ne modifie pas l'équilibrage de la roue et on évite, lors du roulement, une mise en vibration de l'élément vibrant constitué par le batteur dynamique, en phase avec la jante de la roue qui se déforme de façon symétrique et donc avec un nombre pair de déformées.

De manière plus générale, la pièce annulaire constituant la masse active du batteur dynamique comportera un bord externe circulaire et un bord interne présentant des ondulations suivant sa périphérie dirigées dans le sens radial, de manière à délimiter un nombre impair de lobes répartis régulièrement suivant la circonférence de la masse active et dirigés vers l'axe de la roue.

Chacun des lobes de la pièce annulaire 11a doit présenter une masse significative par rapport à la masse de la roue comprise dans l'angle dièdre ayant pour arête l'axe de la roue et délimitant le lobe considéré. Il est équivalent de dire que la masse totale de l'anneau 11a doit représenter une proportion significative de la masse totale de la roue.

Pour faciliter l'usinage de la masse active, celle-ci peut être constituée par une pièce annulaire ayant des découpes de direction radiale délimitant des secteurs équivalents aux lobes décrits plus haut.

Dans le cas d'une roue pour une voiture d'un train à très grande vitesse, la masse totale de l'anneau 11a constituant la masse active doit être comprise entre 10 et 20 kg pour assurer une atténuation satisfaisante des bruits de la roue dus aux vibrations radiales.

Il est bien évident que la seconde masse active 11b du second batteur dynamique 10b doit présenter également une masse significative comprise entre 10 et 20 kg de sorte que le total des masses actives des batteurs dynamiques représente une proportion significative de la masse totale de la roue, cette proportion pouvant être comprise par exemple entre 5 et 10 % de la masse de l'ensemble de la toile et de la jante de la roue, le moyeu n'ayant pas d'influence sur l'émission acoustique.

Il s'agit là d'une différence importante par rapport aux dispositifs selon l'art antérieur constitués par des joncs ou des empilements de pièces en tôle mince dont la masse était tout-à-fait négligeable par rapport à la masse de la roue et qui assurait une certaine insonorisation de la roue par absorption des vibrations.

L'élément élastique ou viscoélastique 12a est constitué sous la forme d'un anneau profilé qui est engagé par sa surface externe dans une cavité 14 usinée sur la surface interne de la jante 8.

Les surfaces profilées de l'anneau viscoélastique 12a et de la cavité 14 de la jante présentent des surfaces inclinées assurant une fixation par serrage de l'anneau viscoélastique 12a, lorsqu'on engage une clé de serrage 13a de forme annulaire dans une cavité annulaire usinée sur la surface interne de la jante 8. La clé de

serrage 13a peut être maintenue en place dans la jante par engagement en force ou par une fixation mécanique.

La liaison entre l'anneau viscoélastique 12a, généralement en caoutchouc, et la partie externe circulaire de la pièce annulaire 11a est assurée par serrage ou éventuellement par collage de l'anneau en caoutchouc 12a à la périphérie de la pièce annulaire 11a.

Bien entendu, le montage du batteur dynamique 10b à la partie interne de la roue est réalisé de la même manière que le montage du batteur dynamique 10a.

On a déterminé, lors de la phase initiale de mise en oeuvre du procédé, les fréquences propres de vibrations de la roue dans le mode radial.

Les batteurs dynamiques 10a et 10b sont réalisés et ajustés de manière que leur fréquence propre de vibration soit égale à l'une au moins des fréquences propres de vibrations de la roue dans le mode radial.

L'ajustage des batteurs se fait en optimisant les paramètres de raideur et d'amortissement de l'élément viscoélastique et la masse active.

Il est possible d'accorder les deux batteurs dynamiques 10a et 10b sur une même fréquence ou au contraire sur deux fréquences différentes correspondant à des fréquences propres de vibration différentes de la roue dans le sens radial.

Lors du roulement de la roue sur un rail, les vibrations sont transmises par la jante 8 aux batteurs dynamiques 10a et 10b qui entrent en vibration à une fréquence propre de la roue et qui s'accordent en opposition de phase avec les vibrations de la roue. On obtient ainsi une atténuation des vibrations de la roue et donc des bruits liés à ces vibrations radiales. La mise en vibration des batteurs dynamiques ne crée pas de bruit parasite d'une intensité notable.

Le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent d'obtenir dans le cas des trains circulant à grande vitesse (200 km/h) et à très grande vitesse (300 à 350 km/h) une réduction des bruits de roulement de l'ordre de 5 à 10 dB(A).

Sur la figure 4, on a représenté une variante de réalisation d'une roue de chemin de fer 16 comportant un moyeu 17, une jante 18 et une toile 19 reliant le moyeu à la jante. Le dessin de la roue représentée sur la figure 4 correspond à la forme d'une roue pour train à très grande vitesse.

Selon l'invention, après avoir déterminé les fréquences propres radiales de vibrations de la roue, on fixe au moins un batteur dynamique 20 sur la surface interne de la jante 18, le batteur dynamique 20 comportant une masse active annulaire 21 et un anneau viscoélastique, généralement en caoutchouc 22 assurant la liaison entre la roue 6 et la masse active 21.

L'anneau en caoutchouc 22 présente une section méridienne de forme complexe qui est représentée sur la figure 4. Sur sa surface externe, l'anneau en caoutchouc 22 comporte une première gorge annulaire 23 dans laquelle vient s'engager en position de service,

une nervure annulaire 24 usinée dans la surface interne de la jante 18.

L'anneau en caoutchouc 22 comporte de plus, sur sa surface interne, une seconde gorge 23' dans laquelle vient s'engager un flasque annulaire de faible épaisseur constituant la partie externe de la masse active 21 du batteur dynamique 20.

De plus, l'anneau 22 comporte sur sa face latérale dirigée vers l'extérieur de la roue, une gorge profilée dans laquelle est engagée, pour assurer la fixation de l'élément annulaire 22 en caoutchouc sur la jante de la roue et la fixation de la masse active 21 sur l'élément annulaire en caoutchouc, une pièce de serrage annulaire 26 présentant une section sensiblement en forme de T à angles arrondis.

La pièce de serrage 26 de forme annulaire est engagée en force dans la gorge de la pièce annulaire 22 en caoutchouc, entre deux lèvres en vis-à-vis constituant les bords externes de la gorge.

L'engagement de la pièce 26 produit une déformation de la pièce annulaire en caoutchouc 22 et un serrage de la nervure 24 et de la partie de fixation de la masse active, respectivement à l'intérieur des gorges 23 et 23' de l'anneau en caoutchouc.

La face latérale de l'anneau en caoutchouc située vers l'intérieur de la roue comporte des lèvres qui viennent en appui avec une certaine pression contre la surface inférieure de la jante 18 et contre la partie supérieure du voile 19.

La masse active 21 pourrait également être fixée sur l'anneau en caoutchouc 22 par collage.

La partie de la masse active de forme annulaire située à l'extérieur de l'anneau de fixation 22 en caoutchouc est séparée en lobes successifs suivant sa périphérie par des encoches de direction radiale s'étendant suivant toute l'épaisseur de l'anneau constituant la masse active 21, dans le sens axial.

Bien entendu, comme précédemment, la fréquence propre du batteur 20 est réglée de manière que cette fréquence corresponde à une fréquence de vibration radiale de la roue 6. Il est possible bien entendu, de placer deux batteurs dynamiques contre la jante de la roue de part et d'autre de la toile 19. Comme précédemment, les masses actives peuvent avoir une valeur significative par rapport à la masse totale de la roue, cette valeur étant généralement comprise entre 5 et 10 % de la masse de la toile et de la jante de la roue. On obtient une atténuation des bruits de la roue de l'ordre de 5 à 10 dB (A).

Sur les figures 5 et 6, on a représenté une roue de chemin de fer 26 qui comporte, de manière habituelle, un moyeu 27, une jante 28 et une toile 29 reliant le moyeu à la jante.

Sur la figure 7, on voit que la toile 29 de la roue 26 présente en section méridienne une certaine courbure.

La roue 26 qui peut être par exemple une roue de wagon pour le transport de fret a fait l'objet, lors d'une première phase de mise en oeuvre du procédé suivant

l'invention, d'une analyse des vibrations propres de la roue. On a défini un mode de vibration axial dont on veut réaliser l'atténuation pour limiter les bruits de roulement de la roue.

On a déterminé en particulier les fréquences de vibrations propres de la roue dans le mode axial et on a déterminé de plus les diamètres nodaux correspondant à deux fréquences de vibrations axiales de la roue, c'est-à-dire les diamètres de deux cercles 31 et 32 sur lesquels sont situés les ventres de vibrations dans le mode axial, à la première et à la seconde fréquences de vibration.

Pour réaliser l'insonorisation de la roue 26, on réalise l'atténuation des vibrations dans la direction axiale de la roue à la première et à la seconde fréquences en fixant sur la toile 29 de la roue des batteurs dynamiques.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 5, les batteurs dynamiques destinés à l'atténuation de la première et de la seconde fréquences sont identiques alors que dans le cas du mode de réalisation représenté sur la figure 6, les batteurs dynamiques utilisés pour l'atténuation de la seconde fréquence présentent une masse active plus importante que les batteurs dynamiques permettant d'atténuer la première fréquence.

Dans le cas du premier mode de réalisation représenté sur la figure 5, les batteurs dynamiques 30a, utilisés pour l'atténuation de la première fréquence, sont fixés sur la toile 29 de la roue dans des positions régulièrement réparties sur le cercle 31 dont le diamètre nodal correspond à la première fréquence. Les batteurs dynamiques 30b, utilisés pour l'atténuation de la seconde fréquence, sont régulièrement répartis sur la circonférence du cercle 32 dont le diamètre correspond au diamètre nodal pour la seconde fréquence de vibration.

On utilise cinq batteurs 30a et cinq batteurs 30b, deux batteurs dynamiques successifs étant situés sur deux rayons de la toile 29 faisant entre eux un angle de 36°.

Dans le cas du mode de réalisation représenté sur la figure 6, les batteurs dynamiques 30'a et 30'b dont les masses actives sont différentes se trouvent placés dans des dispositions identiques aux batteurs dynamiques 30a et 30b du mode de réalisation représenté sur la figure 5. Ce mode de réalisation permet d'adapter les caractéristiques des batteurs dynamiques aux deux fréquences de vibrations du mode axial.

Comme il est visible sur la figure 7, les batteurs dynamiques tels que le batteur 30 représenté à titre d'exemple, comportent deux parties situées de part et d'autre de la toile 29 et sont fixés sur la toile 29, au niveau d'une ouverture 33 traversant la toile et centrée sur l'un des cercles 31 et 32.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 7, la section méridienne de la toile 29 présente une forme courbe et l'ouverture 33 comporte une partie externe 33a et une partie interne 33b de forme tronconique. Comme il sera expliqué plus loin, ces parties tronconiques permettent d'assurer une fixation du batteur dyna-

mique 30 par l'intermédiaire de pièces d'appui et de serrage tronconiques.

Dans le cas de roues de wagons pour le transport de fret, dont la jante est susceptible de s'échauffer lors du freinage réalisé par des sabots, il est préférable de fixer les batteurs dynamiques 30 sur la toile 29 pour éviter un échauffement et une destruction de la partie en matériau élastique ou viscoélastique du batteur dynamique.

Le batteur 30 présente deux parties sensiblement identiques disposées de part et d'autre de la toile 29 et comportant chacune un disque massif en acier 34a (ou 34b), un amortisseur 35a (ou 35b) et des pièces d'adaptation et de serrage de forme tronconique 36a (ou 36b).

Les deux parties du batteur dynamique 30 sont reliées entre elles et fixées sur la toile 29 de la roue 26, par l'intermédiaire d'un boulon 40 sur lequel est vissé un écrou autobloquant 39 venant en appui sur l'un des disques massifs en acier 34a.

Les disques en acier 34a et 34b constituent la masse active du batteur dynamique 30 qui se trouve répartie des deux côtés de la toile 29.

La masse de chacun des disques en acier tels que 34a et 34b peut être, dans le cas du premier mode de réalisation représenté sur la figure 5, d'1 kg. La masse active de chacun des batteurs dynamiques est ainsi de 2 kg et la masse active totale des dix batteurs dynamiques de la roue est alors de 20 kg.

Dans le cas du second mode de réalisation représenté sur la figure 6, les masses des disques des cinq batteurs 30'a sont d'1 kg, de sorte que la masse active de chacun des batteurs dynamiques 30'a est de 2 kg. Les batteurs dynamiques 30'b comportent des disques massifs en acier dont la masse est de 2 kg, de sorte que la masse active de chacun des batteurs dynamiques 30'b est de 4 kg.

La masse de chacun des batteurs dynamiques qui est associé à un secteur d'angle d'ouverture 36° de la roue, par rapport à la masse du secteur de roue est significative, cette masse pouvant représenter de 5 à 10 % de la masse du secteur de la roue. Généralement, la masse active totale des batteurs dynamiques associés à une roue de wagon est comprise entre 10 et 20 kg.

Les batteurs dynamiques utilisés pour l'atténuation de chacune des fréquences de vibrations axiales de la roue sont en nombre impair, de façon à éviter une mise en vibration de ces batteurs en phase avec le voile de la roue qui se déforme de façon symétrique et qui comporte en conséquence un nombre pair de déformées.

Les éléments amortisseurs tels que 35a (ou 35b) comportent une pièce annulaire 37 en un matériau viscoélastique tel que le caoutchouc réalisée par moulage et assemblée lors du moulage à des pièces métalliques annulaires 38, 38' et 38" fixées contre les faces latérales externe et interne de la pièce annulaire 37 en caoutchouc et dans l'alésage central de la pièce annulaire 37.

Au montage, les amortisseurs 35a et 35b sont intercalés entre une partie d'appui d'un disque en acier

34a, 34b venant en contact avec la face latérale externe de l'amortisseur 35a et d'une pièce tronconique 36a (ou 36b) venant en appui contre une partie correspondante 33a (ou 33b) de l'ouverture 33 traversant la toile 29. On réalise ainsi une mise en appui parfaite des deux parties du batteur dynamique contre la toile 29 et un centrage de ces deux parties qui se trouvent centrées et alignées suivant la direction axiale 41 de l'ouverture 33, lors de leur assemblage en utilisant le boulon 40 engagé dans les ouvertures alignées des disques 34a et 34b et des amortisseurs 35a et 35b et dans l'ouverture 33 traversant la toile 29.

Les disques 34a et 34b comportent chacun une cavité circulaire ayant un fond plat et un diamètre égal au diamètre de la partie plane externe de l'élément métallique 38 de l'amortisseur 35a ou 35b qui est ainsi logé et centré dans le disque correspondant pour s'inscrire dans le gabarit de la roue.

Les batteurs dynamiques 30 sont réalisés de manière qu'ils présentent, lorsqu'il sont montés sur la toile 29 d'une roue de wagon, comme représenté sur la figure 7, une fréquence propre qui est égale à l'une des fréquences propres de vibrations axiales de la roue.

La fréquence est déterminée en particulier par la raideur de l'amortisseur 35a ou 35b, c'est-à-dire par la raideur du matériau viscoélastique 37.

La raideur du matériau viscoélastique et donc la fréquence propre des batteurs dynamiques peut être réglée de manière fine par réglage du serrage des amortisseurs 35a et 35b entre les disques en acier correspondants 34a ou 34b et les pièces tronconiques d'adaptation et de centrage 33a et 33b. Le réglage est réalisé par réglage du serrage de l'écrou 39.

L'utilisation de batteurs dynamiques répartis comme représenté sur les figures 5 et 6 permet de maintenir l'équilibrage de la roue et d'assurer une atténuation efficace des vibrations de la roue dans le mode axial, pour deux fréquences avec une adaptation en fréquence qui peut être réglée de manière fine sur chacun des batteurs dynamiques, de manière indépendante.

L'atténuation des vibrations est réalisée de la même manière que dans le cas des batteurs dynamiques en mode radial qui ont été décrits plus haut.

Le fait d'utiliser un nombre impair de batteurs dynamiques pour chacune des fréquences permet d'éviter une vibration des masses actives des batteurs dynamiques en phase avec la roue.

On a pu obtenir une atténuation acoustique de l'ordre de 5 à 10 dB(A).

De plus, les batteurs dynamiques qui ont été décrits peuvent supporter des températures variant dans un très large intervalle, entre les températures les plus basses et les températures les plus hautes auxquelles la roue peut être portée en service.

Sur la figure 8, on a représenté une variante de réalisation d'un batteur dynamique 30' qui est monté sur la toile 29' d'une roue de wagon, au niveau d'une ouverture 33' traversant la toile 29'.

Les amortisseurs 35'a et 35'b comportant en particulier une pièce annulaire en matériau viscoélastique tel que le caoutchouc sont identiques aux amortisseurs 35a et 35b utilisées dans le cas du batteur dynamique 30 représenté sur la figure 7.

A la différence du mode de réalisation représenté sur la figure 7, les pièces d'adaptation 36'a et 36'b intercalées entre les amortisseurs et la toile viennent en appui sur la face externe et sur la face interne respectivement de la toile 29' et non sur une partie tronconique de l'ouverture traversant la toile.

De plus, les disques 34'a et 34'b qui viennent en appui sur les amortisseurs 35'a et 35'b par l'intermédiaire d'une pièce d'appui 34"a ou 34"b peuvent être aisément changées, de manière à modifier ou à régler la masse active. Il suffit pour cela de remplacer la masse active 34'a ou 34'b par une pièce de section identique ayant une épaisseur différente dans la direction axiale 41' du boulon 40' de fixation et de serrage du batteur dynamique 30', par l'intermédiaire de l'écrou autobloquant 39'.

Dans tous les cas, le procédé et les batteurs dynamiques suivant l'invention permettent de réduire les vibrations en mode radial ou axial d'une roue de chemin de fer et donc les bruits de roulement de cette roue.

Le fait que la masse active des batteurs dynamiques est concentrée et présente une valeur significative par rapport à la masse de la roue permet d'obtenir une atténuation des vibrations dans un très large intervalle de fréquences.

Les batteurs dynamiques selon l'invention peuvent être facilement adaptés à toute roue de chemin de fer dont on a analysé les modes de vibration et dont a mesuré les fréquences propres de vibrations préalablement à la conception et au montage des batteurs dynamiques.

L'invention est également relative à une roue de chemin de fer insonorisée comportant des batteurs dynamiques suivant l'invention.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

C'est ainsi qu'on peut imaginer des batteurs dynamiques dont la masse active ou l'élément élastique présente une forme différente de celles qui ont été décrites dans le cas de l'atténuation des vibrations en mode radial ou axial.

La fixation des batteurs dynamiques sur la roue peut être également réalisée d'une manière différente de celles qui ont été décrites.

L'élément de liaison entre la masse active du batteur dynamique et la roue, désigné comme élément élastique, peut être réalisé en tout matériau viscoélastique tel que le caoutchouc ou constitué par un assemblage d'éléments métalliques rigides et d'éléments élastiques ou viscoélastiques.

L'invention s'applique non seulement aux roues de voitures des trains à grande ou à très grande vitesse et aux roues de wagons de transport de fret mais encore

à toute roue de chemin de fer dont il est souhaitable d'assurer l'insonorisation.

## 5 Revendications

1. Procédé d'insonorisation d'une roue de chemin de fer (6, 16, 26) comprenant une jante (8, 18, 28) de roulement sur un rail, une toile (9, 19, 19', 29, 29') et un moyeu (7, 17, 27) caractérisé en ce que :

- on définit par le calcul ou par des essais, au moins un mode de vibrations propre de la roue (6, 16, 26), soit dans la direction radiale, soit dans la direction axiale de la roue et on détermine au moins une fréquence de résonance de la roue pour ce mode de vibrations défini,
- dans le cas d'un mode de vibrations axial, on détermine de plus le diamètre d'au moins un cercle (31, 32) centré sur l'axe de la roue sur lequel sont répartis des ventres de vibrations, ou diamètre nodal, et
- on fixe sur la roue (6, 16, 26) au moins un élément vibrant (10a, 10b, 20, 30, 30'), appelé batteur dynamique, constitué d'une masse active (11a, 11b, 34a, 34b, 34'a, 34'b) d'une valeur significative par rapport à la masse d'une partie au moins de la roue (6, 16, 26) à laquelle est associé le batteur dynamique, reliée à la roue (6, 16, 26) par l'intermédiaire d'un élément élastique (12a, 12b, 12'a, 35a, 35b, 35'a, 35'b), le batteur dynamique étant réalisé et ajusté de manière que sa fréquence propre de vibration soit égale à la fréquence de résonance de la roue pour le mode de vibration défini et fixé sur la roue (6, 16, 26) pour vibrer dans un mode identique au mode de vibration défini de la roue (6, 16, 26).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la masse active du batteur dynamique (10a, 10b, 20, 30, 30') dans le cas où l'on fixe un seul élément vibrant sur la roue (6, 16, 26) ou encore la somme des masses actives des batteurs dynamiques (10a, 10b, 30, 30') dans le cas où l'on fixe une pluralité de batteurs dynamiques sur la roue (6, 16, 26) est comprise entre 5% et 10 % de la masse de l'ensemble de la toile (9, 19, 19', 29, 29') et de la jante (8, 18, 28) de la roue (6, 16, 26).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'élément élastique comporte au moins un matériau viscoélastique tel que le caoutchouc.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la masse active du batteur dynamique (10a, 10b, 20, 30, 30') est ré-

partie circulairement autour de l'axe de la roue (6, 16, 26) de façon périodique, avec un nombre impair de périodes et de manière à conserver l'équilibre de la roue (6, 16, 26).

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on fixe au moins un batteur dynamique (10a, 10b, 20) sur la jante (8, 18) de la roue (6, 16), pour réaliser l'atténuation de vibrations de la roue (6, 16) dans un mode radial. 5
6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on fixe au moins un batteur dynamique (30, 30', 30'a, 30'b) sur la toile (29, 29') de la roue (26), sur un cercle dont le centre est situé sur l'axe de la roue (26) et dont le diamètre est égal à un diamètre nodal correspondant à une fréquence de résonance de la roue (26) dans un mode de vibration axial qui est égale à la fréquence propre de vibration du batteur dynamique (30a, 30b, 30'a, 30'b). 10
7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on détermine deux fréquences de résonance de la roue (6, 16, 26) pour un même mode de vibration (axial ou radial) et en ce qu'on fixe sur la roue deux batteurs dynamiques ou deux ensembles de batteurs dynamiques ayant pour l'un une fréquence propre égale à une première des deux fréquences de résonance et pour l'autre une fréquence propre égale à la seconde fréquence de résonance de la roue. 15
8. Roue de chemin de fer du type comprenant une jante de roulement (8, 18, 28, 28') sur un rail, une toile (9, 19, 29, 29') et un moyeu (7, 17, 27, 27') caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un élément vibrant (10a, 10b, 20, 30, 30') appelé batteur dynamique, constitué d'une masse active d'une valeur significative par rapport à la masse d'une partie au moins de la roue à laquelle est associé le batteur dynamique, reliée à la roue par l'intermédiaire d'un élément élastique (12a, 12b, 22, 35a, 35b, 35'a, 35'b), réalisé et ajusté de manière que la fréquence propre de vibration du batteur dynamique soit égale à la fréquence de résonance de la roue (6, 16, 26) pour un mode de vibration défini, le batteur dynamique étant fixé sur la roue (6, 16, 26) pour vibrer dans un mode identique au mode de vibration défini de la roue (6, 16, 26). 20
9. Roue de chemin de fer suivant la revendication 8, caractérisée en ce que le batteur dynamique (10a, 10b, 20) comporte une masse active (11a, 11b, 21) constituée par un anneau métallique et un élément élastique (12a, 12b, 22) de forme annulaire fixé sur la jante (8, 18) de la roue de chemin de fer pour assurer la liaison entre la masse active (10a, 10b, 21) et la roue de chemin de fer, de telle sorte que le batteur dynamique présente une fréquence de résonance dans un mode de vibration radial égale à une fréquence propre de la roue dans le mode de vibration radial. 25
10. Roue de chemin de fer suivant la revendication 9, caractérisée en ce que l'élément annulaire élastique est en caoutchouc. 30
11. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisée en ce que l'anneau métallique (11a, 11b, 21) constituant la masse active présente un bord externe de forme circulaire et un bord interne présentant des ondulations de direction radiale successives dans la direction circonférentielle, de façon que l'anneau métallique présente un nombre impair de lobes en saillie dans la direction radiale dirigés vers l'axe de la roue de chemin de fer. 35
12. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que la jante (8, 18) comporte, sur sa surface interne dirigée vers l'axe de la roue, au moins une partie (14, 24) de forme annulaire de fixation de l'élément annulaire élastique (12a, 12b, 22) destinée à coopérer avec une partie de la surface externe de l'élément annulaire élastique (12a, 12b, 22) pour son maintien contre la surface intérieure de la jante (8, 18). 40
13. Roue de chemin de fer suivant la revendication 12, caractérisée par le fait qu'elle comporte de plus une clé (13a, 25) de fixation de l'élément élastique annulaire (12a, 12b, 22) contre la partie de fixation (14, 24) de la surface interne de la jante (18), la clé de fixation (13a, 22) de forme annulaire étant engagée dans un logement annulaire de la jante (8, 18) ou de l'élément élastique annulaire (12a, 12b, 22) de manière à assurer le serrage de l'élément élastique (12a, 12b, 22) contre la partie de fixation (14, 24) de la surface interne de la jante (8, 18). 45
14. Roue de chemin de fer suivant la revendication 13, caractérisée par le fait que l'anneau métallique (21) constituant la masse active comporte une partie annulaire d'engagement à l'intérieur d'une gorge (23) de l'élément élastique annulaire (22), la clé de serrage (25) étant engagée en force dans une gorge de l'élément élastique (22) pour assurer à la fois le serrage de l'élément élastique annulaire contre la partie de fixation (24) de la surface interne de la jante (18) et le serrage de la partie de fixation de l'anneau métallique (21) dans la gorge (23) de l'élément élastique annulaire (22). 50
15. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 9 à 14, caractérisée en ce qu'elle 55

le comporte deux batteurs dynamiques (10a, 10b, 20) disposés de part et d'autre de la toile (9, 19) de la roue de chemin de fer, l'un des batteurs dynamiqués ayant une fréquence propre égale à une première fréquence de résonance de la roue et l'autre batteur dynamique ayant une fréquence propre égale à une deuxième fréquence de résonance de la roue, dans le mode radial.

16. Roue de chemin de fer suivant la revendication 8, caractérisée par le fait qu'elle comporte une pluralité de batteurs dynamiques (30a, 30b, 30'a, 30'b) fixés sur la toile (29, 29') de la roue (26), dans des positions régulièrement espacées, sur au moins un cercle (31, 32) ayant son centre sur l'axe de la roue (26) et dont le diamètre est égal à un diamètre nodal correspondant à une fréquence propre de vibration de la roue dans un mode axial, chacun des batteurs dynamiques ayant une fréquence de résonance propre sensiblement égale à une fréquence de résonance de la roue dans le mode axial.

17. Roue de chemin de fer suivant la revendication 16, caractérisée par le fait que les batteurs dynamiques (30a, 30b, 30'a, 30'b) disposés sur un cercle (31, 32) centré sur l'axe de la roue et ayant pour diamètre un diamètre nodal pour une fréquence de la roue sont identiques et en nombre impair.

18. Roue de chemin de fer suivant la revendication 16, caractérisée par le fait que les batteurs dynamiques (30'a, 30'b) constituent un premier ensemble de batteurs (30'a) identiques disposés sur premier cercle (31) centré sur l'axe de la roue (26) ayant un diamètre égal à un diamètre nodal correspondant à une première fréquence de résonance de la roue dans un mode axial et un second ensemble de batteurs dynamiques identiques (30'a, 30'b) disposés sur un second cercle (32) centré sur l'axe de la roue (26) ayant pour diamètre un diamètre nodal pour une seconde fréquence de résonance de la roue (26) dans le mode axial, les batteurs dynamiques (30'a) du premier ensemble et les batteurs dynamiques (30'b) du second ensemble étant en nombre impair.

19. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 16 à 18, caractérisée en ce que chacun des batteurs dynamiques (30, 30') comporte deux parties disposées de part et d'autre de la toile (29, 29') de la roue, au niveau d'une ouverture (33, 33') traversant la toile (29, 29'), chacune des parties des batteurs dynamiques (30, 30') étant constitué par trois éléments de forme annulaire : une masse active (34a, 34b, 34'a, 34'b), un élément élastique (35a, 35b, 35'a, 35'b) et une pièce d'adaptation (36a, 36b) et un élément mécanique (40, 40', 39, 39') d'assemblage et de fixation du batteur dy-

namique (30, 30') disposé de manière à traverser les alésages des éléments de forme annulaire du batteur dynamique (30, 30') et à travers l'ouverture (33) de la jante (29), assurant l'assemblage et la fixation des éléments du batteur dynamique (30, 30'), chacune des masses actives (34a, 34b) étant en contact avec un élément élastique correspondant (35a, 35b, 35'a, 35'b) qui est lui-même intercalé entre une masse active (34a, 34b, 34'a, 34'b) et une pièce d'adaptation (36a, 36b, 36'a, 36'b) en contact avec la toile (29, 29').

20. Roue de chemin de fer suivant la revendication 19, caractérisée par le fait que les masses actives (34a, 34b, 34'a, 34'b) sont constituées par des disques métalliques.

21. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 19 et 20, caractérisée par le fait que les éléments élastiques annulaires (35a, 35b, 35'a, 35'b) sont constitués chacun sous la forme d'un amortisseur comportant une pièce annulaire en matériau viscoélastique (37) tel que le caoutchouc solidaire d'armatures métalliques de forme annulaire (38, 38', 38'') comportant des surfaces d'appui de l'élément annulaire élastique (35a, 35b, 35'a, 35'b) sur une masse active (34a, 34b, 34'a, 34'b) et sur une pièce d'adaptation (36a, 36b, 36'a, 36'b).

22. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 19, 20 et 21, caractérisée par le fait que l'élément mécanique (39, 40, 39', 40') d'assemblage et de fixation du batteur dynamique (30) est constitué par un boulon et un écrou dont le serrage permet de régler la raideur de l'élément élastique (35a, 35b, 35'a, 35'b) et la fréquence propre du batteur dynamique (30, 30').

23. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 19 à 22, caractérisée par le fait que les pièces d'adaptation (26a, 36b, 36'a, 36'b) du batteur dynamique (30, 30') comportent des surfaces tronconiques destinées à coopérer avec des surfaces tronconiques correspondantes (33a, 33b) de l'ouverture (33) traversant la toile (29) de la roue de chemin de fer (26), pour assurer le centrage du batteur dynamique (30) dans l'ouverture (33) de la toile (29).

24. Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 19 à 23, caractérisée en ce que chacune des masses actives (34'a, 34'b) du batteur dynamique (30') comporte une partie (34'a, 34'b) d'adaptation et de centrage par rapport à l'élément élastique correspondant (35'a, 35'b) et une pièce de réglage de la masse, d'épaisseur déterminée en fonction d'une valeur de la masse active à atteindre

venant en contact avec la partie d'adaptation et de centrage (34"a, 34"b).

- 25.** Roue de chemin de fer suivant l'une quelconque des revendications 9 à 24, caractérisée par le fait que la masse active de l'au moins un batteur dynamique ou l'ensemble des masses actives du batteur dynamique présente une masse comprise entre 5 et 10 % de la masse de l'ensemble de la toile (9, 19, 19', 29, 29') et de la jante (8, 18, 28) de la roue de chemin de fer.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

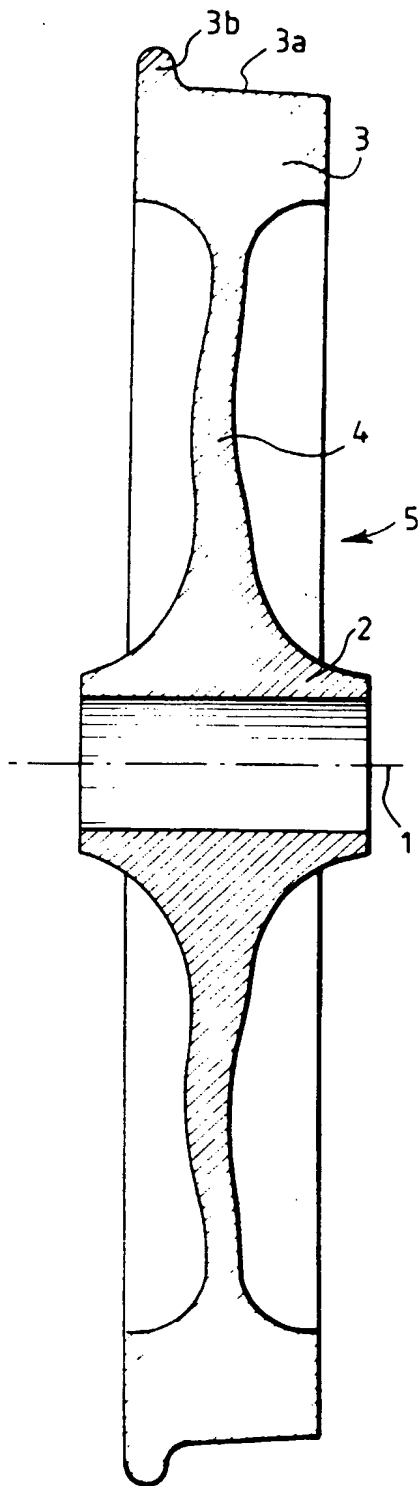


FIG. 1

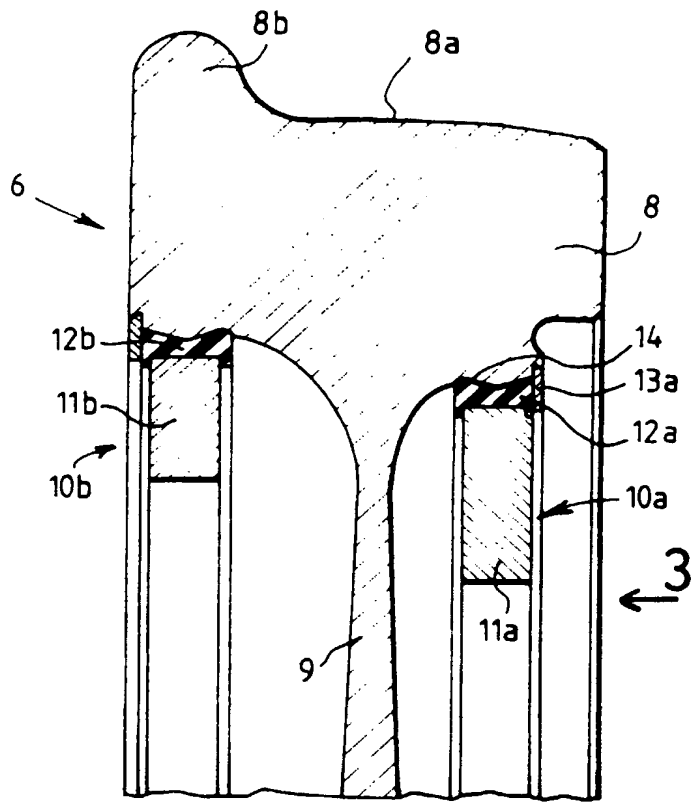


FIG. 2

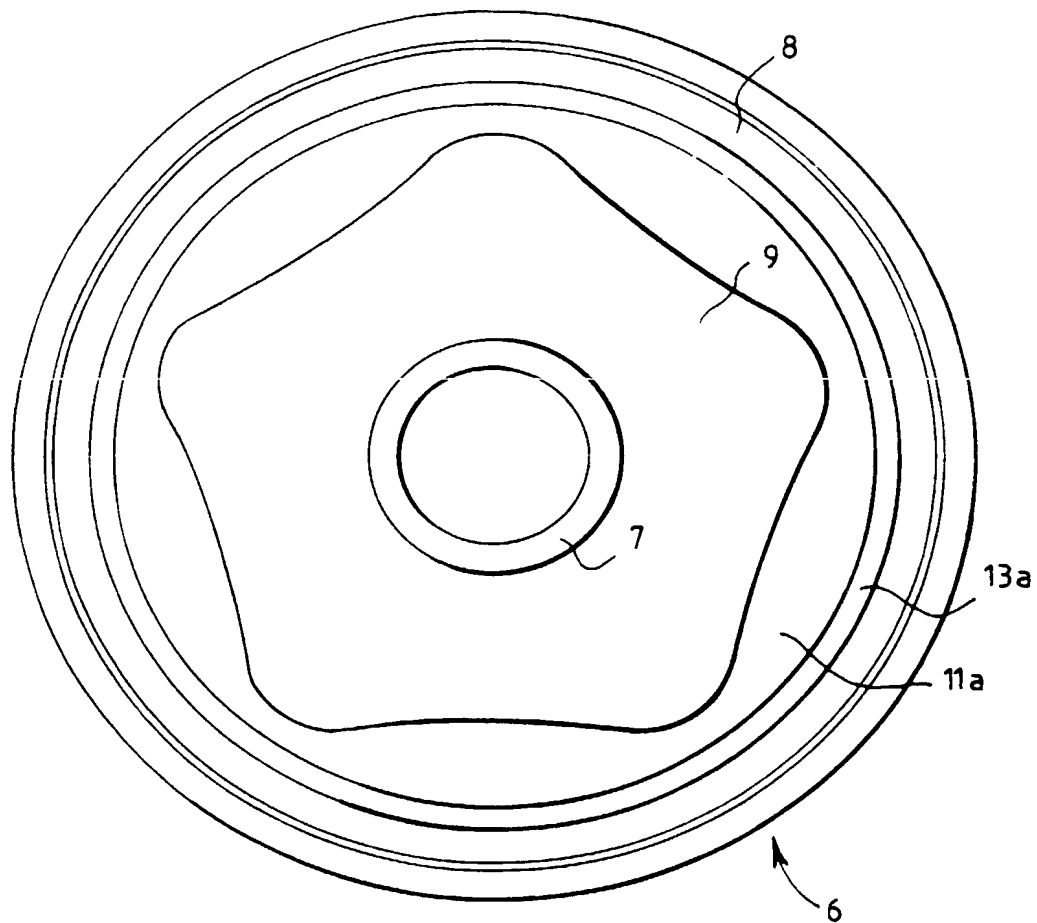
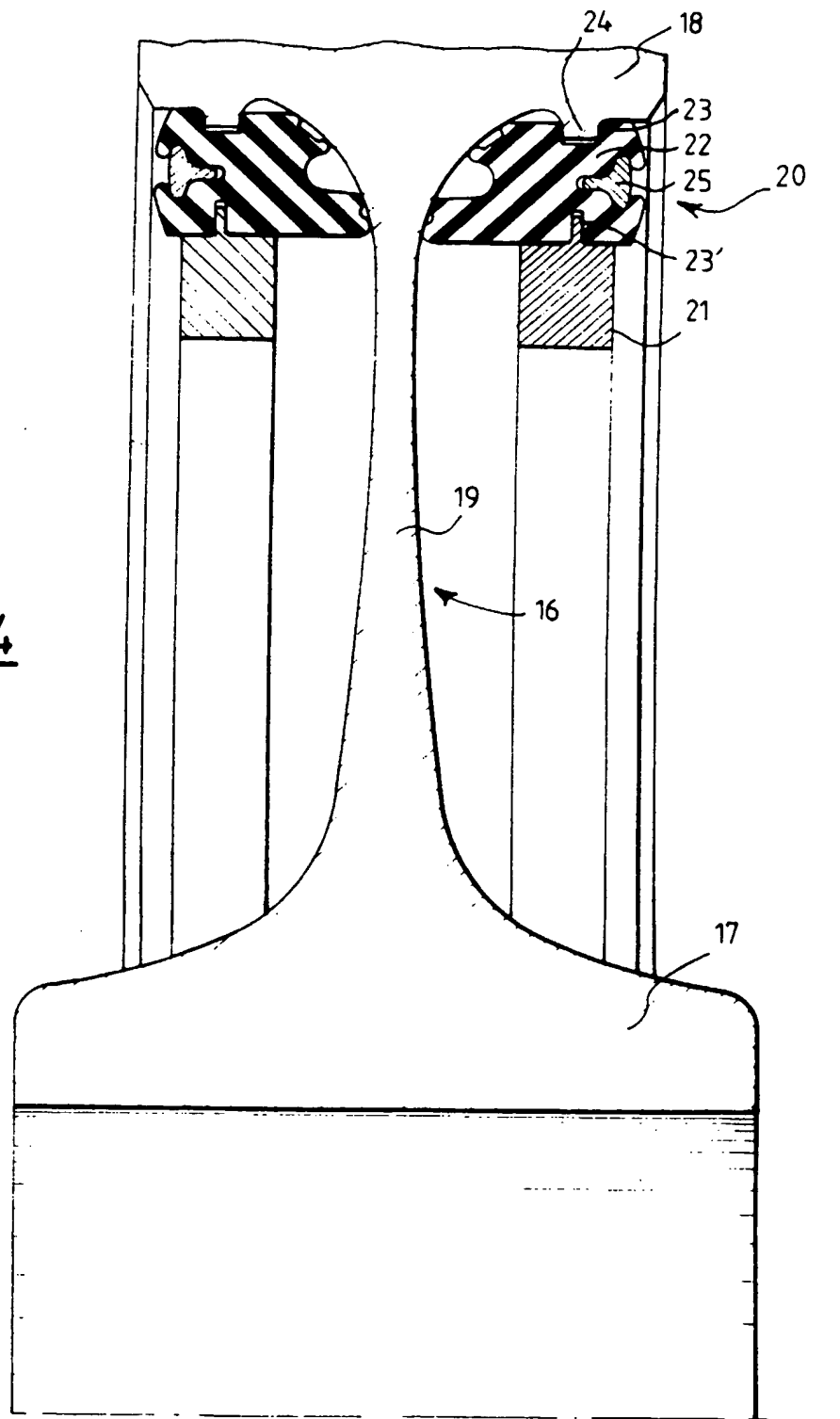
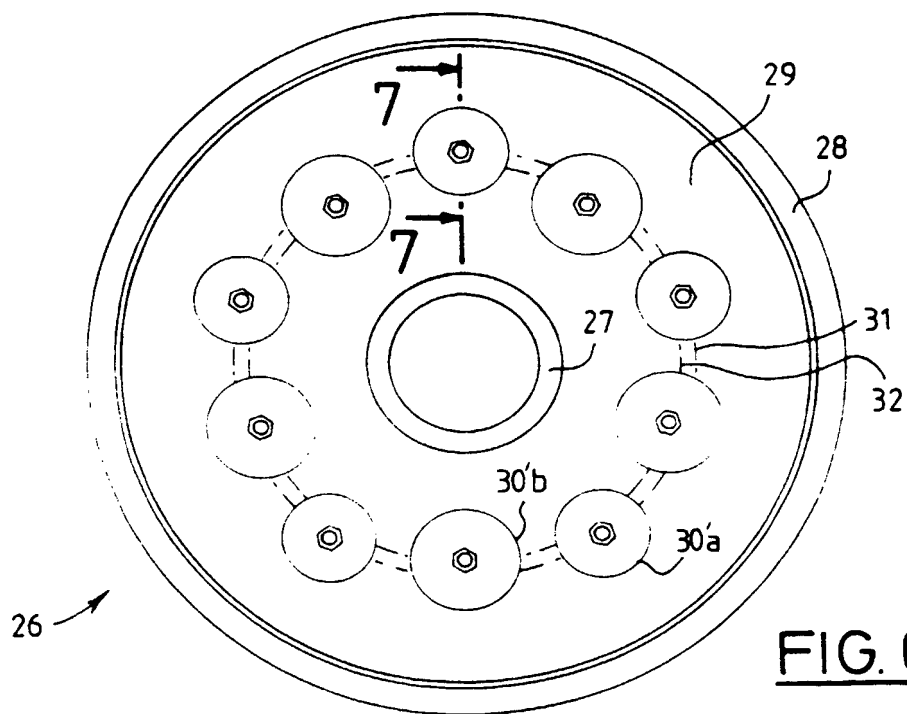
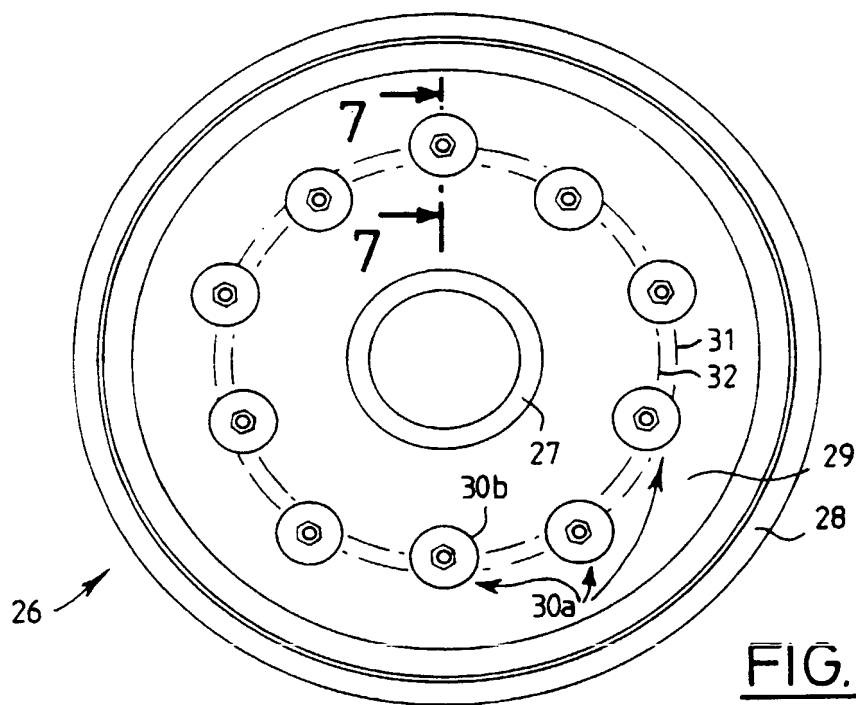


FIG. 3

FIG. 4





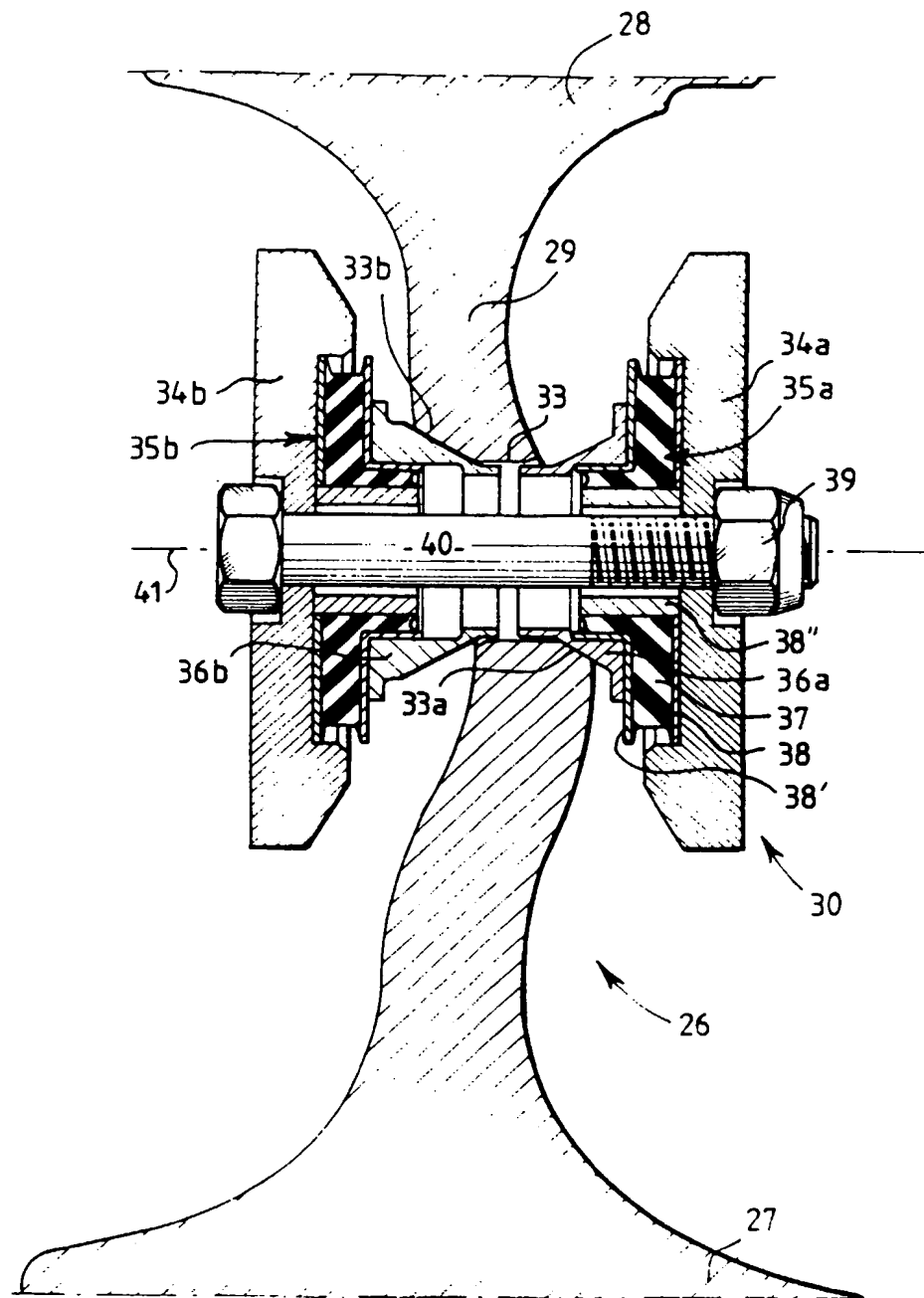


FIG. 7

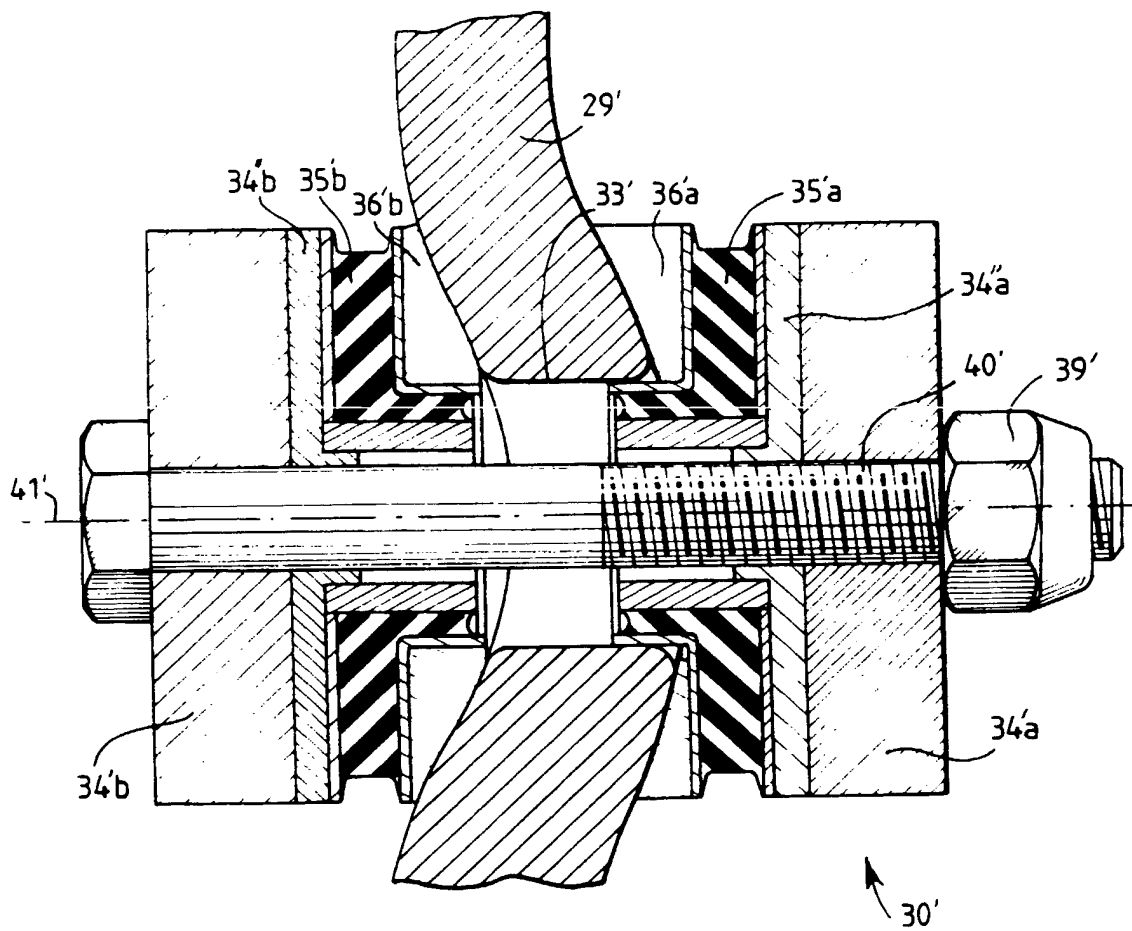


FIG. 8

BEST AVAILABLE COPY



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 97 40 1541

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X A	FR 2 389 499 A (FRIED. KRUPP HUTTENWERKE) * page 6, ligne 32 - page 11, ligne 18; figures *	1-5 6-25	B60B17/00
A	DE 854 367 C (GUSSTAHLWERK BOCHUMER VEREIN) * le document en entier *	1,6	
A	GB 2 021 501 A (FRIED. KRUPP HÜTTENWERKE) * le document en entier *	1,6	
A	EP 0 047 385 A (KRUPP STAHL)		
A	EP 0 689 944 A (LE JOINT FRANÇAIS)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B60B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 septembre 1997	Examineur Vanneste, M
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (03.92) (P04C02)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**